



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00921**

(22) Data de depozit: **28/11/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/01/2022** BOPI nr. **1/2022**

(41) Data publicării cererii:  
**30/05/2018** BOPI nr. **5/2018**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **CALORIS GROUP S.A., ȘOS.BERCENI NR.8A, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **MĂRCULESCU COSMIN, STR. TURDA NR. 122, BL. 39, SC. C, AP. 100, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **ALEXE FLORIN-NICULAE, STR. ARIEȘUL MARE NR. 1, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **PASAT SORIN, STR. ION PUȘCARIU NR. 3, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **PĂTRUȚ IONEL, STR.ARGENTINA NR.33, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **POMAGA EUGEN, CALEA VĂCĂREȘTI NR. 312, BL. 2B, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **POPESCU ADRIAN, BD. 1 DECEMBRIE 1918 NR. 26, BL. 6, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**BG 1944 U1; RO 125451 B1**

(54) **INSTALAȚIE DE GAZIFICARE ATMOSFERICĂ A BIOMASEI/ DEȘEURILOR SOLIDE, CU CONTROL AVANSAT AL REGIMULUI GAZODINAMIC ȘI TERMIC**



# RO 132583 B1

1           Invenția se referă la o instalație de gazificare atmosferică biomasă/deșeuri solide.

2           Se cunoaște din documentul **BG 1944 U1** o instalație de carbonizare termochimică  
3 și de gazificare a biomasei, care constă dintr-un reactor de carbonizare (1), conectat în  
4 partea sa superioară la un rezervor receptor (2), în care este stocată biomasă umedă și/sau  
5 uscată. Reactorul de carbonizare (1) este conectat la un recipient de răcire (9), adesea numit  
6 container tampon pentru stocarea temporară a purtătorului de energie rezultat. Containerul  
7 de răcire (9) este conectat la un reactor de gazificare (16). Reactorul de carbonizare (1),  
8 recipientul de răcire (9) și reactorul de gazificare (16) sunt conectate direct și/sau indirect  
9 prin conducte (28 și 30), cu un rezervor pentru stocarea gazului de reacție (21), obținut ca  
10 rezultatul proceselor supuse carbonizării în reactorul (1) și reactorul de gazificare (16).  
11 Acestea sunt conectate direct printr-o conductă (31). Reactorul de gazificare (16) este  
12 conectat printr-o conductă (34) la un dispozitiv de procesare (36), pe de o parte, și pe de altă  
13 parte - cu un consumator de energie diferit (48), este acoperit cu un element de încălzire (4),  
14 iar recipientul de răcire (9), reactorul de gazificare (16) și rezervorul pentru stocarea gazului  
15 de reacție (21) sunt acoperite cu mante de răcire (51 și 52). Reactorul de carbonizare (1) și  
16 recipientul de răcire (9), în părțile lor superioare și inferioare, sunt echipate cu dispozitive  
17 (13) pentru deschidere și închidere, asigurând o izolare completă a sistemului.

18           Se cunoaște din brevetul **RO 125451 B1**, o instalație pentru gazificarea biomasei cum  
19 ar fi, de exemplu, deșeuri lemnoase, inclusiv rumeguș, deșeuri vegetale și animale etc. Insta-  
20 lația are un buncăr (1) pentru depozitarea biomasei care este transportată către un reactor  
21 (R) pentru gazificare, prin intermediul unui transportor (2) elicoidal de biomasă și al unui  
22 dispozitiv (3) rotativ, aflat în legătură cu o supapă (4) de tip pulse jet valve, sau este transpor-  
23 tată prin intermediul unei supape (6) de tip pulse jet valve, ce realizează alimentarea/injec-  
24 tarea pulsatorie cu biomasă a reactorului (R) și care injectează biomasa pulsatoriu și  
25 tangențial, printr-o conductă (7) de alimentare; reactorul (R) are un corp format dintr-o  
26 cameră (9) de ardere centrală, un corp (10) inferior conic, precum și un corp (11) superior  
27 cilindric, și este prevăzut cu un tub (8) central, căptușit cu beton refractar și închis la partea  
28 superioară cu un capac (a) sudat, aflat în legătură cu conducta (7) de alimentare cu biomasă,  
29 concentric cu un tub (12) intermediar; pe tubul (12) intermediar se sprijină o sită (13) conică  
30 inferioară, concentrică cu o sită (14) conică superioară, care se sprijină pe corpul (11) supe-  
31 rior cilindric și este în legătură cu un ciclon (15) de separare; la partea superioară a corpului  
32 (11) superior cilindric este prevăzută o conductă (16) pentru evacuarea gazului de sinteză  
33 obținut în reactor (R); spațiul dintre corpul reactorului (R), cilindrul (12) intermediar, sitele (13  
34 și 14) conice și baza cicloului (15) de separare se umple cu un material (18) refractar, cu  
35 granulație controlată, în tubul (8) central este prevăzut un injector (19) pentru aer de ardere,  
36 la baza corpului (10) inferior conic este prevăzut un dispozitiv (20) cu o supapă, de tip pulse  
37 jet valve, de transport pneumatic a materialului granular, a cenușii și cărbunelui, rezultate în  
38 urma procesului de gazificare către ciclon (15).

39           Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea conversiei bio-  
40 maselor și/sau deșeurilor cu umiditate ridicată și potențial risc biologic din descompunerea  
41 lor, în vederea obținerii unui gaz combustibil de sinteză curat, care poate fi valorificat în  
42 motoare cu ardere internă.

43           Instalația de gazificare atmosferică biomasă/deșeuri solide care este constituită dintr-  
44 o unitate A de conversie a deșeurilor organice în gaz de sinteză, formată dintr-un tocător (1)  
45 pentru mărunțire până la o granulație de 10...18 mm, un sas (2) pentru alimentarea contro-  
46 lată cu deșeu a unui uscător (3) pentru reducerea conținutului de umiditate higrosopică și de  
47 îmbibație al deșeului, un șnec (4) transportor, un ventilator (5) aer pentru circulația generală  
a substanțelor gazoase, un preîncălzitor (6) de aer în legătură cu un reactor (7) de gazificare

# RO 132583 B1

deșeuri solide în pat fix înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că, ventilatorul de recirculare (8) preia gazele umede din zona superioară a reactorului și le introduce în zona inferioară a acestuia , astfel încât circulația relativă a fluxurilor de combustibil-cenușă și de gaze-vapori are loc în partea superioară a reactorului în contracurent, iar în partea inferioară a acestuia în echicurent.	1 3 5
Analiză simplificată („proximă”) a combustibililor solizi în „stare inițială” are loc în 3 etape, în cadrul cărora sunt puse în evidență o serie de componente, după cum urmează:	7
- uscarea controlată, termică, la presiune atmosferică și la o temperatură ușor superioară celei de 100°C (uzual 105°C). În cadrul acestei faze se elimină, sub formă de vapori, umiditatea de îmbibație și higroscopică, partea rămasă fiind proba anhidră.	9
- termoliza probei anhidre, prin încălzire anaerobă de la 105°C până la 800°C; În cursul ei se degajă „volatile”. Partea rămasă este „reziduul solid de termoliză”. Amintim că fracțiile volatile se clasifică după temperaturile la care se degajă, și, mai important, după temperaturile lor de condensare la presiunea atmosferică. După al doilea criteriu deosebim volatile tip: „gaze” (care condensează la temperaturi comparabile cu cele ambientale) și „gudroane” (care condensează la temperaturi mai mari);	11 13 15
- arderea în O <sub>2</sub> a reziduului solid de termoliză. Partea care nu arde este „cenușa”, iar partea combustibilă este numită convențional „coacs” sau „carbon fix”.	17
Analiza avansată, „elementală” a combustibililor solizi detaliază compoziția acestora, determinând, prin procedee chimice, ponderile procentuale ale elementelor în componentele probei anhidre.	19 21
Scopul gazeificării combustibililor solizi este producerea de combustibili gazoși, pornind de combustibili solizi. Principalul proces prin care se produc din carbon, gaze combustibile e reacția de reducere dintre C și vaporii de H <sub>2</sub> O:	23
$C + H_2O \rightarrow CO + H_2 \text{ (E1)}$	25
Reacția are loc la temperaturi ridicate și este endotermă. O parte a H <sub>2</sub> din (E1) se poate combina cu carbonul. Reacția de „metanizare”:	27
$2H_2 + C \rightarrow CH_4 \text{ (E2)}$ este exotermă, dar nu acoperă cererea de căldură a (E1). Pentru a satisface cererea de căldură a reacției endoterme, se poate oxida parțial o cotă din carbon:	29
$C + 1/2(O_2) \rightarrow CO, \text{ (E3)},$ și, eventual, se oxidează în continuare CO rezultat din (E1) și (E2):	31
$CO + 1/2(O_2) \rightarrow CO_2 \text{ (E4)}$	
Gazificarea nu este un procedeu tehnic nou. Primele instalații de gazificare a cărbunilor superiori sau coacsului au fost realizate în urmă cu 150 de ani [1,2], iar rețelele de transport și distribuție a gazului de gazogen au apărut cu mult înaintea celor de gaz natural. În acest timp s-au dezvoltat diferite tehnologii de gazificare. În literatura de specialitate [1, 2] acestea sunt clasificate după diferite criterii:	33 35 37
C.1. După prezența (sau lipsa) O <sub>2</sub> în mediul de gazificare, deosebim: (C.1.1.) gazificare în atmosferă ce conține doar vapori de H <sub>2</sub> O și (C.1.2.) gazificare cu vapori de H <sub>2</sub> O și O <sub>2</sub> .	39
C.2. După agentul de oxidare (în cazul 2 de mai sus), deosebim:(C.2.1.) Oxi-gazeificare cu O <sub>2</sub> cvasi pur), (C.2.2.) gazificare cu aer „îmbogățit” (în O <sub>2</sub> ) și (C.2.3.) cu aer.	41
C.3. După presiunea de lucru, avem: (C.3.1.) procese de gazificare la presiune atmosferică, sau (C.3.2.) gazificare sub presiune.	43
C.4. După modul de menținere a masei solide în gazificator, deosebim: (C.4.1.) gazificare pe grătar („pat fix”), (C.4.2.) în pat fluidizat și (C4.3.) în flux pulverizat.	45

# RO 132583 B1

1 În paralel cu dezvoltarea procedeeleor de gazificare a cărbunilor superiori (antracit,  
huilă antracitoasă ș.a.), s-au dezvoltat tehnologii de gazificare a cărbunilor mai "tineri" (căr-  
3 bune brun, lignit, turbă ș.a.), a biomasei și a unor deșeuri combustibile (sau măcar incine-  
rabile), care au cote de carbon combustibil "fix" mai mici decât cărbunii superiori, cote de  
5 volatile mai mari și umidități mai ridicate. Conversia în syngaz a masei organice din ase-  
menea materii prime se face într-un proces combinat de piroliză + gazificare (denumire  
7 completă: "piro-gazificare", denumire prescurtată: "gazificare"), în următoarele etape:

9 - uscarea (vapori de H<sub>2</sub>O din acest proces fiind redirecționați spre zona de  
gazificare);

- piroliză (din care rezultă volatile combustibile și reziduul solid care conține cocsul);

11 - arderea (în principal a „volatilelor”; ea dezvoltă căldura pentru uscare și reducere);

- reacția de reducere dintre vapori de H<sub>2</sub>O și carbonul din cocs.

13 Folosirea gazificării ca tehnologie de tratare și neutralizare a deșeurilor permite, la  
fel ca arderea directă și ca incinerarea cu combustibil suport ajutor, recuperarea unei cote  
15 din potențialul lor energetic și minimizarea emisiilor poluante, inclusiv a deșeurilor "finale".  
Față de ardere/incinerare, gazeificarea poate elimina cererea de combustibil suport și  
17 produce combustibili gazoși, mai "curați" ecologic, mai ușor de transportat și stocat și  
valorificabili în mașini termice cu ardere internă, de tip Instalații de Turbine cu Gaze (ITG)  
19 sau Motoare cu Piston (MP). Cum efectul de scală asupra randamentului este mai redus,  
acestea ating la puteri unitare de zeci sau sute de kW randamente superioare ciclurilor cu  
21 abur de câțiva MW.

Reactorul instalației de gazificare a biomasei/deșeurilor solide ce face obiectul  
23 prezentei propunerii de invenție se încadrează după criteriul C.1. în categoria C.1.2, cu  
gazeificare în atmosferă cu vapori de H<sub>2</sub>O și O<sub>2</sub>, după criteriile C.2. și C.3. În categoria celor  
25 „atmosferice”, pentru că agentul de oxidare este aerul (C.2.3.) și pentru că procesul are loc  
la presiunea atmosferică (C.3.1.), iar după criteriul C.4. printre cele pe grătar, sau cu „pat fix”  
27 (C.4.1.).

La gazificarea pe grătar, materiile solide granulate (combustibil-cenușă) circulă  
29 descendent gravitațional. În cele două exemple din fig. 1. și fig. 2. [1, 2, 3, 4, 5] se observă  
că masa combustibilă gazificabilă intră prin racordul superior (a), iar cenușa care cade prin  
31 ochiurile grătarului este preluată de un schneck și evacuată prin racordul inferior (b).  
Adâncirea clasificării acestor gazificatoare se face urmărind circulația relativă a celor două  
33 fluxuri masa solidă și substanțele în stare gazoasă sau de vapori (aerul, vapori de H<sub>2</sub>O și  
gazul de sinteză) [1, 2]. Pentru descrierea construcției și funcționării reactorului instalației ce  
35 face obiectul prezentei propunerii de invenție vom porni de la analiza a două tipuri de  
gazificatoare care sunt cele mai asemănătoare cu el, la care vapori și gazele au circulația  
37 pe direcție verticală. În funcție de sensul de circulație a gazelor în raport cu cel al  
substanțelor solide, acestea din urmă pot fi [1, 2]:

39 - cu circulație în echicurent, sau „downdraft” (fig. 1.) [1, 2, 3, 4]. La acesta fluxul de  
combustibil-cenușă parcurge pe rând zonele de: uscare (c), piroliză (d), oxidare (e) și  
41 reducere (f). Aerul e introdus prin racordurile (g) aflate în dreptul zonei de oxidare iar fluxul  
de gaze și vapori de H<sub>2</sub>O circulă doar prin zonele (e) și (f) ale reactorului, în sens descendent  
43 ca și materiile solide. Gazul de sinteză fierbinte trece prin grătar și se evacuează din reactor  
prin racordul (h). Principalele avantaje ale gazificatoarelor cu această schemă relativă de  
45 curgere sunt acelea că permit transferul direct al căldurii dezvoltate prin ardere în zona (e)  
către zonele imediat vecine, care necesită căldură de proces: zona de piroliză (d) și cea de  
47 reducere (f). În plus gazul, fiind evacuat din zona de temperaturi ridicate, nu conține

# RO 132583 B1

gudroane și poate fi folosit în mașini termice cu ardere internă (ITG sau MP). Această schemă de curgere are însă și două dezavantaje mai importante. Primul este că vaporii de H<sub>2</sub>O degajați în zona de uscare (c) ajung greu în zona de reducere (f), unde sunt necesari în reacția de gazificare. Al doilea este că transferul căldurii dezvoltate în zona (e) spre zona de uscare (crește dificil, fapt ce reduce eficiența uscării și duce la intrarea în zona de piroliză a masei solide în stare umedă);

- cu circulație în contracurent, sau „updraft” (fig. 2.) [1, 2, 5]. La acesta aerul e introdus pe sub grătar prin racordul (g) poziționat în partea inferioară a reactorului, iar racordul (h) de evacuare a gazului de sinteză, este în partea superioară a vasului. Ca urmare fluxul de gaze și vapori de H<sub>2</sub>O circulă în sens ascendent, în contracurent cu materiile solide, prin toate zonele reactorului. Fluxul de combustibil introdus pe la partea superioară parcurge pentru început zonele de uscare (c) și piroliză (d) în aceeași ordine ca mai sus. În continuare produsul de piroliză trece prin zona de reducere și apoi prin cea de oxidare (e), iar cenușa rămasă se evacuează, ca mai sus, de sub grătar. Principalul avantaj ale acestei scheme de curgere relativă este acela că asigură atât transferul direct al căldurii dezvoltate prin ardere în zona (e) către zona de reducere (f), cât și transferul indirect, prin fluxul de gaze fierbinți, al acestei călduri spre zonele de piroliză și uscare (c), măbind eficiența uscării și permițând intrarea în zona de piroliză a masei solide mai uscate. Un prim dezavantaj al schemei, prezent și în cazul anterior, este acela că nu asigură transferul vaporilor de H<sub>2</sub>O degajați la uscare spre zona de reducere (f), unde sunt necesari în reacția de gazificare. Un alt dezavantaj este acela că gazul evacuat din zona de temperaturi coborâte, după zonele de piroliză și uscare conține gudroane. El poate fi valorificat prin ardere directă în vecinătatea sursei, dar nu poate fi folosit în mașini termice cu ardere internă (ITG sau MP) și nu poate fi transportat la distanță.

Descrierea mai sus a celor două tipuri de gazificatoare mai apropiate de cel cu care este prevăzută instalația din prezenta propunere de invenție, ne va permite să evidențiem, în subcapitolul următor, elementele originale ale gazificatorului cu care propunem să fie dotată instalația, precum și avantajele acestuia în raport cu reactoarele uzuale de gazificare „pe grătar”. În plus, instalația propusă spre brevetare în ansamblul ei, concepută pentru gazificarea unor biomase/deșeuri organice cu potențial risc biologic, conținut ridicat de umiditate, mai are și alte elemente originale care vor fi prezentate în continuare.

Descrierea construcției și funcționării instalației ce face obiectul cererii de brevet:

Funcționarea instalației este următoarea: se introduce biomasă/deșeuri solide în tocătorul (1) în care se mărunțește mecanic masa organică până la o la o granulație de 10...18 mm. Masa organică mărunțită trece prin sasul (2) din care se alimentează în mod constant uscătorul (3) unde se reduce conținutul de umiditate higroscopică și de îmbibație al acesteia prin încălzire directă cu gaz de sinteză. Deșeul este introdus cu ajutorul unui șnecl (4) în reactorul (7) de gazificare. Aerul pentru proces este introdus cu ventilatorul de aer (5) în preîncălzitorul (6) de aer unde este preîncălzit cu gaz de sinteză fierbinte care provine din reactorul (7) de gazeificare. Ventilatorul (8) de recirculare gaze preia gaze de proces (substanțe volatile și vapori de apă) degajate prin încălzirea deșeului în partea superioară a reactorului (7) și le introduce în partea inferioară a acestuia în zona de reacție oxido-reducătoare. Gazul de sinteză produs în reactorul (7) este evacuat către preîncălzitorul (6) de aer unde cedează căldură sensibilă în vederea preîncălzirii aerului de alimentare și către șneclul (4) de alimentare unde cedează căldură sensibilă în vederea preîncălzirii deșeului înainte de introducere în reactor. După parcurgerea șneclului (4) de alimentare, gazul de sinteză este introdus în uscătorul (3) unde, prin contact direct cu deșeul reduce umiditatea acestuia. După parcurgerea preîncălzitorului (6) de aer și a uscătorului (3) gazul de sinteză este introdus în

# RO 132583 B1

1 răcitorul (9) de gaz de sinteză treapta 1 unde este răcit cu apă și sunt reținuți compușii  
volatili condensabili (gudronul) într-un sistem de 3 site metalice. Gazul răcit la temperatura  
3 de condensare a vaporilor de apă este introdus în scrubberul (10) unde are loc reținerea  
eventualilor compuși poluanți acizi. Gazul de sinteză curățat este introdus în răcitorul (11)  
5 treapta II în vederea reținerii vaporilor de apă utilizând un schimbător de căldură de suprafață  
răcit cu apă. Gazul de sinteză este introdus în gazometrul (12) care are rol de rezervor  
7 tampon cu funcție de stocare și atenuare a eventualelor fluctuații de presiune și debit. La  
ieșirea din gazometrul (12) gazul de sinteză trece printr-un filtru (13) de particule de tip sac  
9 în vederea reținerii pulberilor foarte fine, dacă acestea există, fiind gata pentru utilizare drept  
combustibil gazos în motoare cu ardere internă sau turbine cu gaze.

11 Fig. 1, reprezintă reactorul de gazificare a combustibililor solizi cu "pat fix" și circulație  
în echicurent ("downdraft").

13 Fig. 2, reprezintă reactorul de gazificare a combustibililor solizi cu "pat fix" și  
circulație în contracurent ("updraft").

15 Fig. 3, reprezintă schema de principiu a instalației cu control avansat al regimului  
gazodinamic și termic, pentru gazificarea atmosferică a biomasei/deșeurilor solide.  
17 Menționăm că această instalație a fost realizată în cadrul proiectului finanțat prin UEFISCDI  
cu Nr. 62/2012, având titlul „Linie tehnologică operațională pentru conversia deșeurilor în gaz  
19 de sinteză superior și producere de energie electrică - CONTECH", și se află în probe  
funcționale la Universitatea „Politehnica” din București.

21 Instalația este alcătuită din două subansambluri majore, care sunt parcurse de fluxul  
de materie primă-produs finit în următoarea ordine:

23 A. Unitatea de conversie a biomasei/deșeurilor organice în gaz de sinteză. Aceasta  
poate fi împărțită pe 3 grupe de funcțiuni, în: A.1. modulul de preparare a deșeurilor organice  
25 (tocătorul, ecluza, uscătorul și schneckul); A.2. gazificatorul propriu-zis, și A.3. circuitul de  
aer-syngaz brut (netratat) cu recuperare internă de căldură.

27 B. Unitatea de epurare a gazului de sinteză (prevăzută și cu posibilitate de  
recuperare externă a căldurii).

29 Componentele unității de conversie a deșeurilor organice în gaz de sinteză și funcțiile  
lor sunt:

31 1. Tocătorul care mărunțește mecanic masa organică până la o granulație de 10...18  
mm, comparabilă cu cea ale peletelor de lemn folosite la arderea pe grătar. Reducerea  
33 mărimii particulelor ușurează manipularea lor și mărește suprafața de contact dintre acestea  
și gaze, intensificând procesele termochimice. Tocătorul este un concasor cu valțuri.

35 2. Sasul (ecluza). Acesta se află între tocătorul de preparare pentru gazificare, prin  
mărunțire, a materiei prime și uscător, asigurând etanșarea pe partea de gaze între tocător  
37 (în care se află aer la temperatura și presiunea ambiantă) și uscător (prin care circulă gaz  
de sinteză fierbinte, la ușoară suprapresiune în raport cu atmosfera și o temperatură ridicată,  
39 de circa 600...300°C) realizând totodată alimentarea controlată cu deșeu/biomasă a  
uscătorului.

41 3. Uscătorul de deșeu/biomasă reduce conținutul de umiditate higroscopică și de  
îmbibație. Acesta este cu agitare mecanică, talere fixe și raclete rotative. Particulele cad  
43 gravitațional de pe un taler pe altul. Pe fiecare taler se realizează o agitare mecanică cu  
ajutorul unor raclete rotative; aceasta asigură: a) evitarea colmatării, b) creșterea duratei de  
45 staționare a masei granulate în uscător și c) intensificarea schimbului de căldură și masă  
între materia primă și agentul de pre-uscarea (care circulă ascendent, în contracurent în raport  
47 cu materialul mărunțit). Caracteristic instalației propuse spre brevetare este modul de  
integrarea procesului de pre-uscarea în ansamblul proceselor energo-tehnologice: agentul de

# RO 132583 B1

pre-uscarea este o cotă din syngazul fierbinte. Menționăm că această cotă depinde în principal de: a) necesarul de căldură pentru preîncălzirea aerului (o altă particularitate a instalației fiind aceea că preîncălzitorul de aer e legat în paralel pe partea de syngaz fierbinte cu ansamblul format de carcasa schneck-ului și uscătorul de deșeu organic) și b) de starea inițială a combustibilului (umiditate și compoziție elementală). Pentru biomase/deșeuri cu umiditate mare, cota de agent de uscarea atinge circa 50%. În urma schimbului de căldură și masă prin contact se realizează reducerea temperaturii syngazului și îmbogățirea lui cu vapori de apă, precum și încălzirea și pre-uscarea fracției solide amonte de gazogen. Rezultă că uscarea realizează și o recuperare internă de căldură fapt care reduce consumul de energie pentru procesele endoterme din reactor conducând la scăderea cotei de CO<sub>2</sub> din syngaz și, implicit, la creșterea puterii calorifice a acestuia. Pe de altă parte, deoarece uscarea biomasei/deșeului se realizează prin contact direct cu un agent de temperatură ridicată, eficiența sa este superioară celei realizabile cu agent intermediar și/sau în schimbătoare de căldură de suprafață. La această temperatură ridicată, eventualele substanțe cu potențial risc biologic din materialul solid sunt parțial neutralizate. Cele rămase în materialul solid intră în reactorul de gazificare unde sunt neutralizate în zona de oxidare. Chiar dacă unele substanțe nedorite (grăsimi, gudroane) sunt antrenate în gazul de sinteză în procesul de uscarea, ele vor fi reținute în unitatea de epurare a syngazului, acesta din urmă ajungând "curat" la consumator. Dacă totuși în gazul de sinteză mai sunt prezente substanțe cu potențial risc biologic, acestea vor fi complet neutralizate prin ardere la temperatură înaltă în motorul cu ardere internă.

4. Schneckul (transportor tip șurub), antrenat electric cu turație variabilă, pentru reglajul debitului de alimentare cu biomasă, face legătura între uscător și zona superioară a reactorului de gazeificare. Pentru creșterea temperaturii fracției solide la intrarea în reactorul de gazeificare, cilindrul schneck-ului are dublă anvelopă, iar în spațiul dintre cele două "cămăși" trece acea cotă de circa 50% din syngazul fierbinte care se trimite apoi în uscător.

5. Ventilatorul de aer, cu reglaj prin turație variabilă, asigură prin suprapresiunea creată, circulația generală a substanțelor în fază gazoasă (aer-syngaz) după schema "tiraj suflat". Aerul pentru arderea parțială este vehiculat prin preîncălzitorul de aer către zona submediană a reactorului.

6. Preîncălzitorul de aer, schimbător de căldură de suprafață în care un debit aproximativ egal cu cel de aer (în instalația de la UPB, proiectată pentru biomase/deșeuri cu umiditate mare, cota reprezintă circa 50% din syngazul fierbinte) realizează o recuperare internă de căldură, cedând aerului o cotă din căldura sensibilă. Datorită creșterii temperaturii aerului intrat în reactor se reduce consumul de energie pentru procesele endoterme din acesta, fapt care îmbunătățește calitatea syngazului.

7. Reactorul de gazificare propriu-zis este un vas de formă cilindrică cu axă verticală având carcasa dublă în zona fierbinte (circa 2/3 de la bază din înălțimea totală). În vas deșeu organic solid formează un "pat fix" care se sprijină la partea inferioară pe un grătar, circulând lent gravitațional descendent. În zona superioară a reactorului are loc uscarea finală a masei solide folosind o parte din căldura dezvoltată prin oxidarea parțială. În continuare biomasa/deșeu trece în zona de piroliză, zonă aflată în carcasa interioară. Din acest proces rezultă reziduu solid (ce conține cocs) și volatile combustibile. Inițierea proceselor termochimice din reactor se face cu un arzător care utilizează combustibil lichid ușor. În continuare procesele se automențin. Aerul se introduce radial centripet, la circa 1/3 din înălțimea reactorului, în zona de oxidare, unde ard volatilele tip gudroane și o parte din cocs, dezvoltând căldura pentru uscarea și reducere. În partea inferioară a reactorului, deasupra grătarului, are loc reacția de reducere dintre vaporii de H<sub>2</sub>O și carbon din care

# RO 132583 B1

1 rezultă syngazul. Acesta din urmă străbate grătarul, circulă ascendent printre cele două  
2 carcuse, participând la încălzirea zonelor de piroliză și uscare, apoi se evacuează pe la  
3 partea superioară a reactorului. Pe grătar se află sistemul mecanic de curățare a acestuia,  
iar sub acesta cel de evacuare a cenușii, care este etanșat cu apă.

5 8. Ventilatorul de recirculare a gazelor, cu reglaj prin turație variabilă, preia gazele  
6 calde și umede partea superioară a reactorului, de deasupra zonei de uscare și le introduce  
7 în partea inferioară a acestuia, între zona de oxidare și cea de reducere. Ca urmare,  
8 circulația relativă a celor două fluxuri, cel de combustibil-cenușă și cel de gaze-vapori, are  
9 loc în partea superioară a reactorului în contracurent, iar în partea inferioară a lui în  
10 echicurent. Curentul ascendent de gaze fierbinți provenite din oxidare îmbunătățește trans-  
11 ferul de căldură spre zona de piroliză și intensifică uscarea finală a masei solide din zona  
12 superioară a vasului. Totodată transvazarea controlată a gazelor umede din zona de uscare  
13 spre cea de gazificare asigură în aceasta din urmă o atmosferă mai bogată în vaporii de H<sub>2</sub>O  
14 necesari procesului. Aceasta permite un control avansat al circulației și temperaturii gazelor  
15 în reactor. Astfel, instalația realizează combinarea avantajelor celor două tipuri clasice de  
16 gazificatoare pe grătar (contracurent și echicurent), cu eliminarea dezavantajelor specifice  
17 diecăruia dintre acestea.

18 Componentele unității de epurare a gazului de sinteză (care este prevăzută și cu  
19 posibilitatea recuperării externe a căldurii) și funcțiile acestora sunt:

20 9. Răcitorul de syngaz treapta I primește gazul cald rezultat din amestecul celor 3  
21 fluxuri pe care se face recuperarea internă de căldură (de la uscător, de la preîncălzitorul de  
22 aer și de la sistemul de încălzire a schneckului). Răcirea amestecului până aproape de  
23 temperatura de condensare a vaporilor de H<sub>2</sub>O este necesară în proces pentru a asigura o  
24 temperatură scăzută a syngazului în următoarea componentă a unității de epurare:  
25 scruberul. Procesul se realizează într-un schimbător de căldură de suprafață și se poate  
26 face: 9.1.) fără recuperarea căldurii (dacă gazificatorul nu are un grad mare de utilizare și în  
27 vecinătatea lui nu se află consumatori de căldură, se folosește un schimbător gaz-apă), sau  
28 9.2.) cu recuperare externă de căldură (când aceasta se justifică economic prin efectele ei  
29 energetice). În a doua situație căldura se poate recupera pentru producere de apă caldă  
30 (folosind un schimbător gaz-apă), sau pentru producerea de abur de joasă presiune (într-un  
31 generator de vapori). Amintim că, deoarece gazul fierbinte este evacuat din zona de  
32 reducere a reactorului, el conține cote foarte mici de fracții volatile. Totuși, fluxul de gaz ce  
33 trece prin uscător vine în contact direct cu biomasa/deșeurile, fiind posibilă o încărcare a lui cu  
34 astfel de fracții. O caracteristică specifică instalației propuse spre brevetare este aceea că  
35 răcitorul de syngaz treapta I este prevăzut și cu un set de site metalice multistrat răcite care  
36 realizează reținerea compușilor volatili condensabili. La instalațiile fără recuperare externă  
37 de căldură, sitele sunt amplasate amonte de răcitor. Dacă se optează pentru recuperarea  
38 externă de căldură, amplasamentul sitelor se stabilește în funcție de regimul termic din  
39 schimbătorul de căldură-recuperator.

40 10. Scruberul (reactorul de epurare) realizează „spălarea” gazelor într-o „ploaie” de  
41 soluție alcalină, pentru reținerea eventualelor compuși acizi ai sulfului sau clorului (dacă  
42 aceste elemente sunt prezente în deșeu) și a altor gaze acide. Scruberul are o construcție  
43 similară desulfuratoarelor umede de gaze de ardere de tip „turn-ciclon”, iar soluția alcalină  
44 este una de NaOH.

45 11. Răcitorul treapta a-II-a, condensator de vapori de H<sub>2</sub>O este un schimbător de  
46 căldură de suprafață gaz-apă care asigură răcirea avansată a gazului, pentru condensarea  
47 vaporilor de apă prezenți în acesta, fără recuperarea căldurii. Astfel participațiile fracțiilor  
gazoase combustibile în syngaz cresc, măbind conținutul de energic pe 1 Nm<sup>3</sup>.



# RO 132583 B1

12. Gazometrul, care preia gazul curățat și uscat prin răcire (maximum 5% umiditate) are rolul de tampon atenuând posibilele fluctuații de presiune și debit. Acesta este format din doi cilindri cu axe verticale, de aceeași înălțime, umpluți parțial cu apă, conectați în partea inferioară printr-o conductă și prevăzuți cu sticle de nivel. Primul cilindru (rezervorul propriu-zis) este etanșat la partea superioară prin capac și la partea de jos prin stratul de apă. Volumul liber al lui, în care se stochează gazul de sinteză la presiune supraatmosferică, e conectat la ieșirea din răcitorul treapta a-II-a și la următoarea componentă a liniei tehnologice: filtrul sac. Al doilea cilindru, „de expansiune”, este pus în legătură în zona superioară cu atmosfera. Suprapresiunea gazului din primul cilindru e menținută constantă prin diferența dintre nivele libere ale apei în cei doi cilindri. Această mărime permite și determinarea volumului de gaz din gazometru.	1 3 5 7 9 11
13. Filtrul sac, treapta finală a sistemului de epurare gaz, reține pulberile antrenate. Acesta este realizat din țesătură de bumbac cu ochiuri de 50 μm. De la ieșirea din filtrul sac gazul de sinteză este trimis către consumatori (exemplu: mașini termice cu ardere internă). Deoarece gazul de sinteză este curat, gazele de eșapament evacuate la coș nu vor necesita echipamente speciale de tratare.	13 15
Instalația în ansamblul ei este prevăzută cu puncte și aparate de măsură a temperaturilor materialului solid în interiorul reactorului precum și a presiunilor, temperaturilor și debitelor de fluide (aer/gaze/apă răcire) pe diferite trasee. Semnalele de tip „unificat” provenite de la traductoare sunt centralizate într-o unitate de monitorizare și control al procesului.	17 19
Toate acționările din instalație sunt electrice și se realizează cu turație-frecvență variabilă.	21

23

## Bibliografie

25

[1] Prabir, Basu - Biomass Gasification and Pyrolysis - Practical Design and Theory, Academic Press, 2010, Ed. Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK, ISBN 978-0-12-374988-8.	27 29
[2] Bell, D., Towler, B., Mao Hong Fan - Coal Gasification and Its Applications, William Andrew, 2011, Ed. Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK, ISBN: 978-0-8155-2049-8.	31
[3] Kooiman C. A., McDevitt, J., J., Bow, R. - Down-draft Fixed Bed Gasifier System, Brevet US Nr. 4929254/29 mai 1990.	33
[4] Kuntschar, W., Marzluf W., Porsch, Altbach, R., Siegenthaler, A., Wennemar, R., - Down-draft Fixed Bed Gasifier System and Use Thereof- Brevet US Nr. 6112677/05 oct. 2000.	35 37
[5] Taylor, L., T. - Bottom Feed Up-draft Gasification System - Brevet US Nr. 5917138/29 iun. 1999.	39

# RO 132583 B1

## Revendicări

1

3

1. Instalație de gazificare atmosferică a biomasei/deșeurilor solide care este constituită dintr-o unitate A de conversie a deșeurilor organice în gaz de sinteză, formată dintr-un tocător (1) pentru mărunțire până la o granulație de 10...18 mm, un sas (2) pentru alimentarea controlată cu deșeu a unui uscător (3) pentru reducerea conținutului de umiditate higrosopică și de îmbibație al deșeului, un șnec (4) transportor, un ventilator (5) aer pentru circulația generală a substanțelor gazoase, un preîncălzitor (6) de aer în legătură cu un reactor (7) de gazificare deșeuri solide în pat fix și o unitate B de epurare a gazului de sinteză formată dintr-un răcitor (9) de syngaz pentru răcire în trapta I, un scrubber (10) pentru spălarea gazelor, un răcitor (11) pentru răcire în treapta a II-a, un gazometru (12) pentru preluarea gazului curățat și uscat prin filtrare și un filtru (13) cu sac pentru epurarea gazului de pulberile antrenate, **caracterizată prin aceea că**, ventilatorul de recirculare (8) preia gazele umede din zona superioară a reactorului și le introduce în zona inferioară a acestuia, astfel încât circulația relativă a fluxurilor de combustibil-cenușă și de gaze-vapori are loc în partea superioară a reactorului în contracurent, iar în partea inferioară a acestuia în echicurent.

5

7

9

11

13

15

17

19

2. Instalație de gazificare atmosferică a biomasei/deșeurilor solide conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, uscătorul (3) și preîncălzitorul (6) de aer sunt poziționate în instalație astfel încât să se realizeze o recuperare internă de căldură care acoperă consumul de energie al proceselor endoterme din reactor măbind puterea calorică a gazului produs.

21

23

3. Instalație de gazificare atmosferică a biomasei/deșeurilor solide, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, preuscarea cu agent de proces a materialului solid se realizează fără eliminare în mediul ambiant a unor eventuale substanțe cu potențial risc biologic.

25

27

4. Instalație de gazificare atmosferică a biomasei/deșeurilor solide conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, răcitorul (9) de syngaz pentru răcire în trapta I este prevăzut și cu un set de site metalice multistrat răcite, pentru reținerea particulelor antrenate și a compușilor volatili condensabili.

29

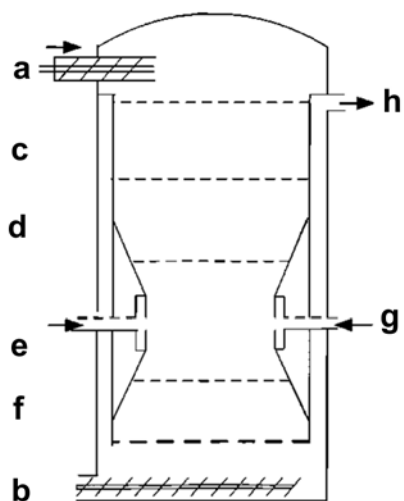


Fig. 1

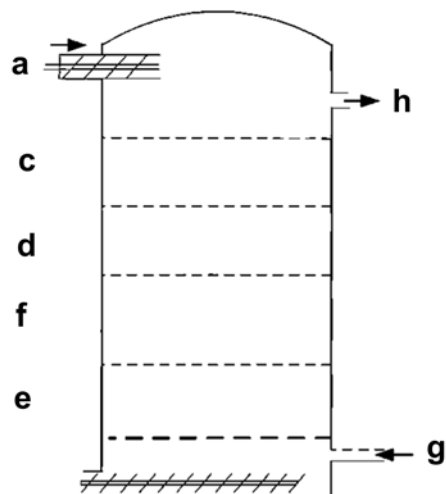


Fig. 2

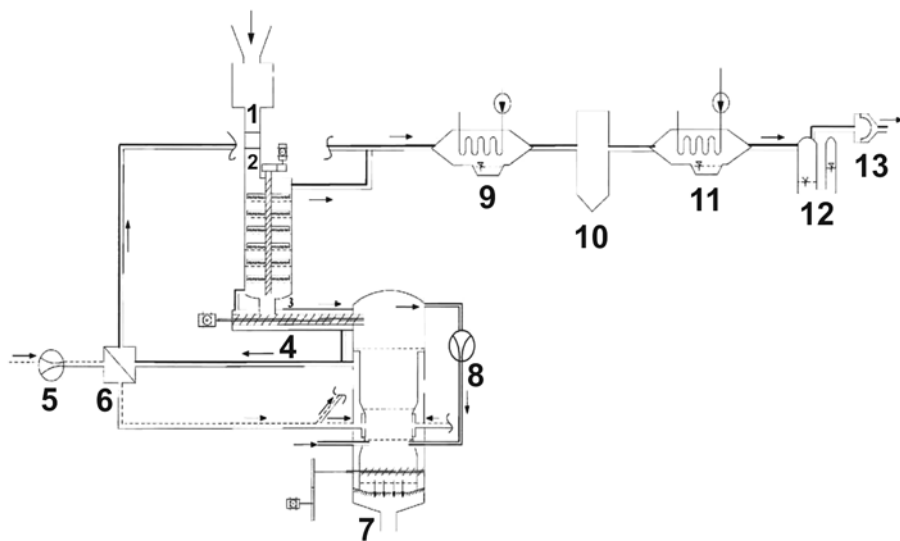


Fig. 3

